

「木歩道橋設計・施工に関する技術資料」報告

Report on Design and construction manual of a timber bridge

○植野芳彦* 大場敦史** 鶴飼貴昭**

UENO Yoshihiko, OBA Atsushi and TURUKAI Takaaki

* (株)長大 事業推進本部 (〒103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町1-20-4)

** (財)国土技術研究センター 研究第2部 (〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-12-1)

ABSTRACT Three timber bridges and new two timber bridges have been constructed since 1994 as part of the model timber bridge project promoted and subsidized by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport. The purpose of the project was to integrate construction technologies for timber bridges that were developed individually by suppliers to realize timber bridges. This report introduces the design and construction manual.

Keywords: 木橋、集成材、
timber bridge, glued laminated timber,

1. はじめに

「木橋の技術基準」は、昭和15年「木道路橋設計示方書(案)」以来、明確な基準が策定されていなかった。しかし現実には、木橋が建造され続けている。

我が国には、その昔「木の文化」と言われるものがあり、我々の生活に密着して木が使われていた。そんな我々日本人の魂の構造物が木橋である。錦帯橋(写真-1)は、世界最高水準の木橋であるとの評価を得ている。

しかし、高度成長時代の流れとともに。新材料に取って代われ、様々なものが木を使わなくなってしまった。特に、社会資本である橋は交通量の増加とともに、より丈夫な鋼鉄やコンクリートに代わり、木の橋は消えていった。しかし、20年ほどまえから、「近代木橋」といわれるものが、世に出てきた。従来の丸太や製材を組み合わせた短い橋ではなく、「集成材」と呼ばれる高度加工木材を利用した木橋であり、現在全国で、その数は確認されているだけで500橋以上ほどになると言われている。

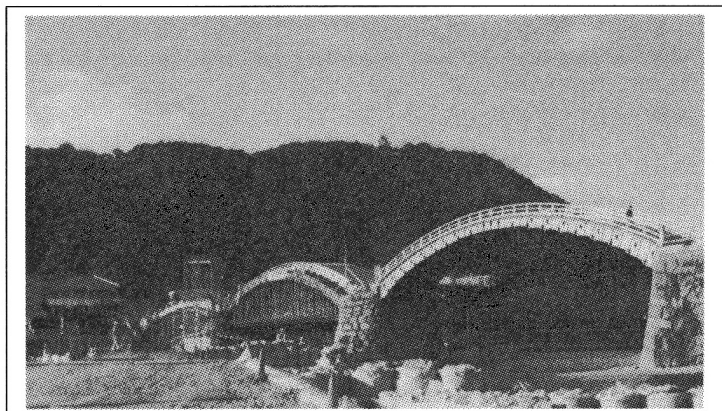


写真-1 錦帯橋 平成の架け替え

なぜ、いまさら木橋かという、人々の「環境意識の高まり」「自然志向の高まり」「やさしさ・ぬくもりを求める気持ち」がある。たとえば、私たちの子供の頃の小学校の建物は木造で、その後鉄筋コンクリートになり、そして今また木造校舎に建て替える学校が増えてきている。これが、世界的な勢いで行われている。

本報告は、平成6年に、旧建設省と林野庁と協同で、「木橋の技術基準検討委員会」(委員長: 東京工業大学 教授 三木千壽)を設置し、実際のモデル橋を設定(当初3橋: 鹿児島・大分・高知、その後2橋: 高知・広島)し設計・施工・実験等をとおして建設レベルでの「基準」を作成していくことを目的に検討を行い、平成15年10月に国土交通省から配布されたのに伴い作成の経緯等を報告するものである。

2. 背景

国土は約7割が森林で木材資源が豊富である。しかし土地利用や社会経済構造の変革で、木材の価格競争力は低下し、林業を基幹産業とする地域は社会的地盤沈下状態にある。そこで、平成5年頃より、「地域の活力向上を図る」「木材の新たな用途の拡大」という目的で地域の個性を活かした社会資本を形成し、林業地域の地域振興の有効な手法として『道路構造物への木材の適用』が建設省、林野庁間で議論され始めた。また、従来の道路整備手法の失敗・急激なモータリゼーションの発達と経済効率性を重視してきた結果、全国的に画一化・規格化された道路を残してきた。今後の整備の方向性として、地域の活力を高め、国土の均衡ある発展のために、「地域の特性に応じた道路構造」の一層の工夫が求められるようになり、「木の香る道づくり」を始動（建設省・林野庁 共同）し、木材の利用拡大を図るころみが始まった。

その後、平成6年には「木橋技術基準検討委員会」が設置され、財団法人国土（開発）技術研究センターを事務局に検討が始まった。

3. 経過（検討の流れ）

本検討にあたっては、下記のような過程を経て検討を行った結果である。

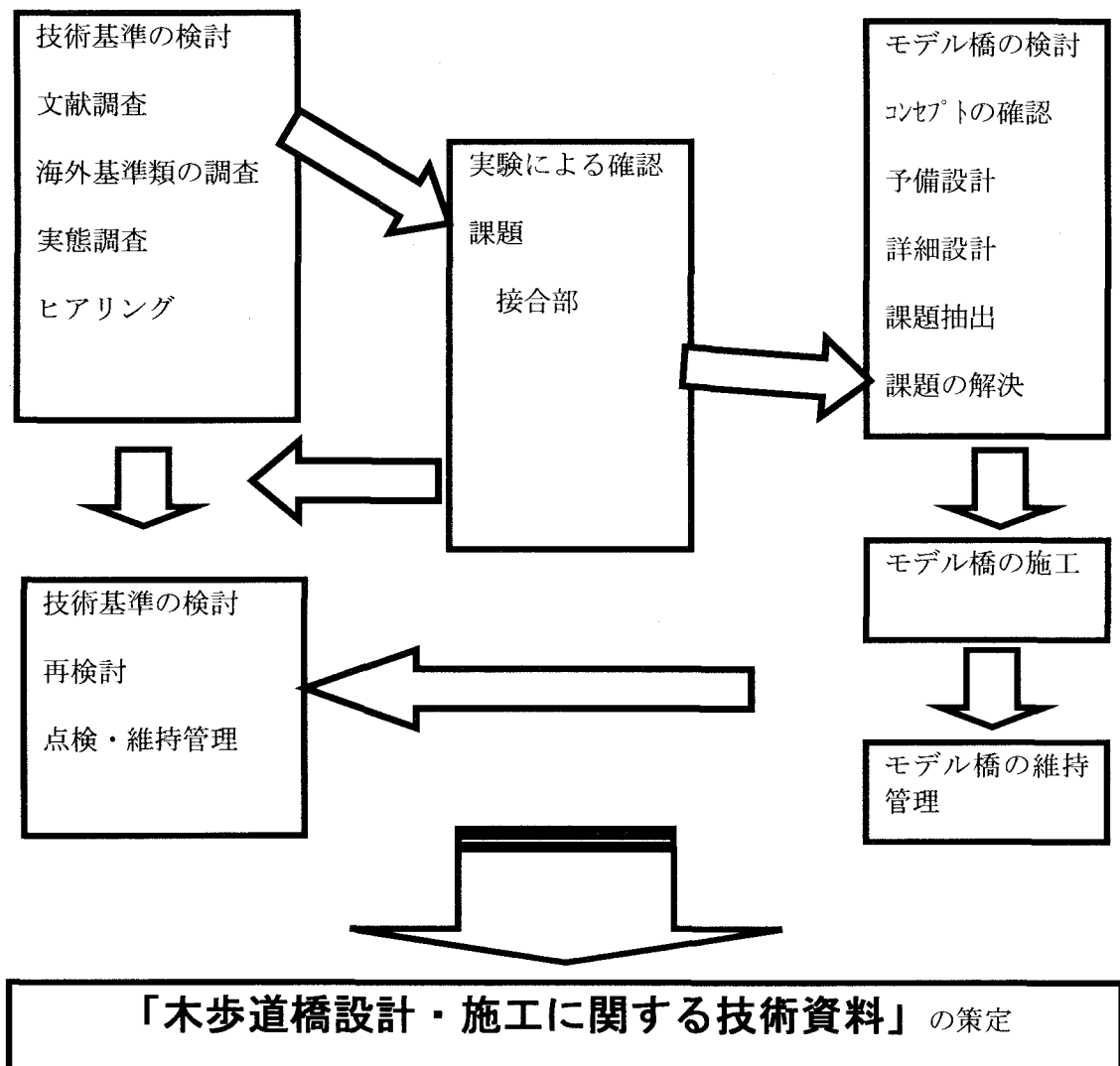


図-1 「木歩道橋設計・施工に関する技術資料」作成の流れ

4. モデル橋

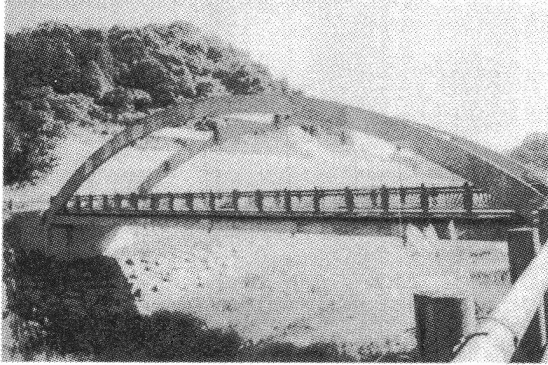


写真-2 徐福橋・仙人橋
(鹿児島県 串木野市)

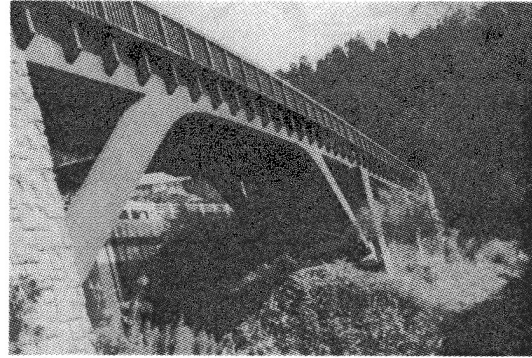


写真-3 神馬の橋太郎
(大分県 久住)

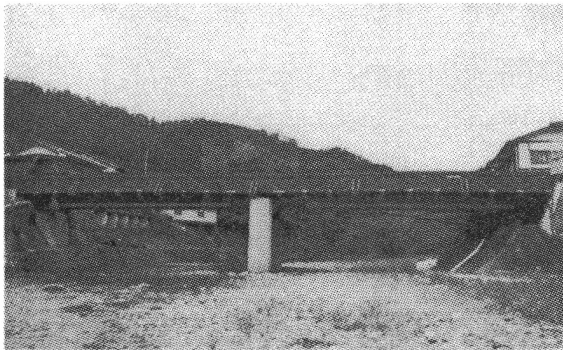


写真-4 六根の橋

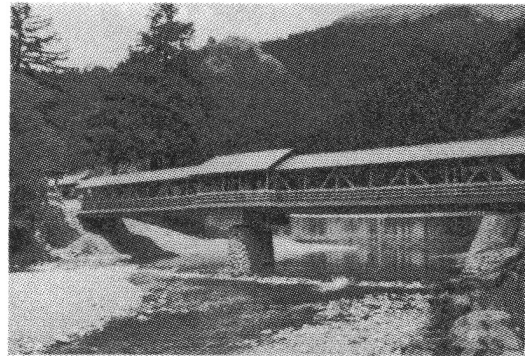


写真-5 御神幸橋
(高知県 梲原町)

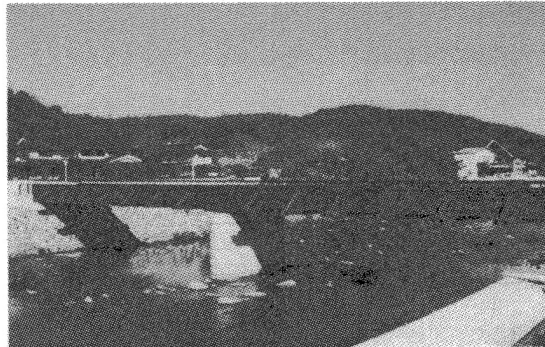


写真-6 いきいき橋
(広島県 御調町)

5. 概要

5.1 参考基準類等

- ・ 「木橋設計施工の手引き～木橋づくり新時代～」((財) 日本住宅・木材センター編著)
- ・ 「木質構造設計基準」(日本建築学会)
- ・ 「立体横断施設技術基準」(日本道路協会)
- ・ 「道路橋示方書」(日本道路協会)

5.2作成方針

技術資料に盛り込む項目は、主に「木橋設計施工の手引き～木橋づくり新時代～」をベースに整理した。木材特有の内容については、主に「木質構造設計基準」（日本建築学会）を参考に記述した。

5.3概要

(1) 第1編 木橋設計・施工編

現在の木橋に関する技術課題を整理するとともに、モデル橋事業で実施された各種実験により得られた知見に基づき作成した。

① 1章 総則

- ・木橋設計上の基本方針を示した。

② 2章 荷重

- ・対象を歩道橋とした。
- ・道路橋示方書および立体横断施設基準による。
- ・木特有のものは「木橋設計施工の手引き」「木質構造設計基準」を参考とした。

③ 第3章 使用材料

- ・木質材料、接合具、接着剤についてはJAS（日本農林規格）、建築基準法、「木質構造設計基準」による。
- ・金具（鋼材）、コンクリートについては「道路橋示方書」による。

④ 第4章 許容応力度

- ・木材の許容応力度については「木質構造設計基準」を参考とした。

⑤ 第5章 構造設計

- ・「木質構造設計基準」を参考とした。
- ・基本的部材の設計式の妥当性を確認するための実験を行い、安全性を確認した。

⑥ 第6章 支承部・橋梁用防護柵

- ・「道路橋示方書」による。

⑦ 第7章 防腐耐久設計

- ・「木橋設計施工の手引き」を参考とした。
- ・木材に水が溜まらないよう水仕舞（水切れ）に配慮した設計を提言した。

⑧ 第8章 防火設計

- ・「木質構造設計基準」を参考とした。

⑨ 第9章 施工

- ・「道路橋示方書」による。

(2) 第2編 実験編

ハンドブックの作成と平行して、アーチ・ラーメン・トラス形式のモデル橋を設計・施工するとともに、橋の構造上の安全性を実験により確認した。

実験に際しては、過去、我が国で実施された木橋の研究・実験事例等についても調査したが、ごく一部の事例があるのみであったことから、今日のモデル橋の設計・施工にあたり行った実験は、今後の木橋建設において貴重な参考事例となるものと考えられる。

表-1 各モデル橋で行われた実験の概要一覧

試験 No	モデル橋	実験概要	結果	考察
試験 1	串木野	・繰り返し荷重による接合部の長期安定性能確認試験	・許容応力度範囲内の繰り返し荷重であれば接合の安定性は確保されていることが確認された。	・ボルト接着剤を併用した場合、繰り返しによるボルト孔の変化が少ない。
試験 2	串木野	・アーチリブ接合部の構造確認試験	・設計耐力に対し十分な安全性が確認できた。	・圧縮荷重を受ける接合部では、局部座屈が生じないように座屈防止用リブを設ける他、集成材の開き止め用ボルトをより端部へ取り付ける必要がある。
試験 3	久住	・接合部の構造確認試験	・設計耐力以上の降伏荷重が確認された。	・破壊形状は、引張領域となる接合部下部において接合具の孔を結ぶような割裂で、脆性的に破壊した。
試験 4	久住	・ラーメン隅角部の構造確認試験	・許容応力度から求めた設計値どおりの耐力が確認された。	・湾曲集成材に曲げが生じる場合、最外層のラミナの引張耐力に注意を払う必要がある。
試験 5	串木野	・二次接着の性能確認試験	・ボルト貫通による圧縮方法では、接着性能が確認された。また、添え板による圧縮方法では、添え板には剛性の高いものを使用する必要があることが確認された。	・部材の接着面全体に適切な圧縮圧力（針葉樹の場合は約 5 kgf/cm ² ）が均質にかかるようにボルト位置や添え板の剛性を考慮する必要がある。
試験 6	串木野	・ボンゴシ材の鋼板ドリフトピン接合の性能確認試験	・所定の端距離、縁距離を確保すれば、接合耐力は十分に確保されることが確認された。	・加力が繊維方向の場合は、端距離は最大耐力に大きく影響を与えるが、すべり剛性への影響は少ない。一方、加力が繊維直角方向の場合は、すべり剛性と最大耐力の両方に影響を与える。
試験 7	梶原	・木質系トラスのパネル試験	・トラスは弾性的挙動を示し、破壊荷重は許容応力度法で設計した値の 3.3 倍となり、要求する強度に対し、安全であることが確認できた。	・試験 1 の結果を用いてトラス中央のたわみ量を予測することができる。 ・引張材の接合は脆性的に破壊するため、母材の強度に対し十分配慮する必要がある。

(3) 参考編 点検・管理編

日本の高温多湿な気候条件の中では、適切な維持管理を前提としてはじめて要求される耐用年数が確保されることから、モデル橋での点検結果を踏まえ、点検項目、点検方法などを点検マニュアルとして示した。

表-2 点検の種類と内容

点検の種類	点検者	点検の目的と内容
日常点検 (短期的：1回/月)	管理者	通常の巡回の際に、歩行者等の安全な通行に対する支障や構造材の劣化の兆候を確認するため、主として目視によりチェックするものである。
定期点検 (中期的：2回/年が望ましい)	管理者	日常点検の結果を総括するとともに、各構造材の劣化の兆候や進行状況を早期かつ的確に把握するため、主として目視、打診及び触診によりチェックするものである。
総合(詳細)点検	専門家	日常及び定期点検において、異常または疑わしい事項が発見された場合、日常点検や定期点検では点検できない部位の劣化の兆候や進行状況を把握する場合、機能維持や耐用年数向上等の検討のために必要となる詳細なデータ収集が必要な場合、または地震・台風・火災等の災害が発生した場合に行う総合的かつ詳細な点検。 専門家に依頼し、目視、打診及び触診のほか、特殊な用具、装置等を要する診断方法を適宜組み合わせる。

6. 今後どう取り組むか

今後の構造物設計の方向性は、「性能設計」へと移行されることが予想される。また、高齢化社会の到来により今までとは違ったニーズが橋梁にも求められると考えられる。

木橋のセールスポイントとしては、木の「ぬくもり」、「人にやさしい」→環境に配慮した構造物、循環型構造物ということが上げられる。

そこで

- 集成材や新材料を組み合わせた、新材料の橋梁である
- 部材ごとに水仕舞いや、材料の繊維方向等を考慮する、技術的工夫が求められる
- 明確な積算基準がないため「コスト」意識が重要
- 計画時からのコンセプト等の提案が必要
- 各部材の寿命等を勘案しながらのライフサイクルにわたる維持管理計画も要求される

等

木橋の実現に限らず、私たちの仕事には「覚悟と熱意」が必要であると考えます。無理をして、鋼やコンクリートの橋を木橋に変えていく必要は全く無い。地方にいくと、市長さんや町長さんが、自分たちの町にこだわっている、地域の創意工夫を生かしたまちづくりに取り組もうと熱意をもやしている。木橋もそういうところで実現していつている。実際に木橋を実現していくのは、かなりのエネルギーを要する。しかし今後の公共事業の新しいケーススタディ的にとらえてみたらどうだろうか。

本技術資料が十分に活用され、地域にあった、人に優しい木橋が今後もわが国で継承されていくことを望む。

参考文献

- 1) 飯村 豊他：モデル木橋事例報告、木橋技術に関するシンポジウム論文報告集(2001年)